

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **75 350** (13) **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ  
(51) МПК  
**B30B 15/00 (2006.01)**

**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 17.02.2012)  
Пошлина: учтена за 1 год с 15.02.2008 по 15.02.2009

(21)(22) Заявка: **2008105819/22**, 15.02.2008(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**15.02.2008**(45) Опубликовано: **10.08.2008** Бюл. № 22

Адрес для переписки:  
**622031, Свердловская обл., г. Нижний  
Тагил, ул. Красногвардейская, 59,  
Нижнетагильский технологический  
институт УГТУ-УПИ(ф), директору В.Ф.  
Пегашкину**

(72) Автор(ы):

**Астафьев Геннадий Иванович (RU),  
Файншмидт Евгений Михайлович (RU),  
Пегашкин Владимир Федорович (RU),  
Пилипенко Владимир Васильевич (RU),  
Воротников Владимир Ильич (RU),  
Андрянов Андрей Владимирович (RU),  
Пилипенко Василий Францевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования "Уральский государственный  
технический университет-УПИ" (RU)**

**(54) ИНСТРУМЕНТ ДЕФОРМАЦИИ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ПРОФИЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ****(57) Реферат:**

Полезная модель относится к прокатному производству, а именно к инструменту деформации для горячей пластической деформации титановых сплавов.

Технической задачей полезной модели является повышение работоспособности и стойкости инструмента деформации и качества обрабатываемого материала.

Техническая задача достигается тем, что на поверхность инструмента деформации специальными электродами наносят жаропрочный слой на основе сплава ВЗК, а на него наносят упрочняющее покрытие в виде двух легирующих электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем для формирования первого слоя используют электрод из сплава, содержащего, масс. %: никель 50-60, хром 40-50, углерод 0,5-1,0, а для формирования второго электроэрозионного слоя в качестве материала электрода используют сплав ВК6, кроме того электрод обдувается охладителем. В качестве охладителя используют сжатый воздух или нейтральный газ. Кроме того формирование первого слоя проводят до достижения толщины наносимого покрытия в пределах 0,35-0,55 общей толщины электроэрозионного покрытия.

Полезная модель относится к прокатному производству, а именно к инструменту деформации для горячей пластической деформации титановых сплавов.

Титан называют металлом будущего. По темпам развития производства титан превзошел алюминий и магний. Последнее объясняется тем, что титан и его сплавы наиболее полно удовлетворяют растущим требованиям ряда ведущих отраслей

современной техники: авиации, ракетостроения, судостроения, химической промышленности, медицинской техники и др. Обладая такими важными эксплуатационными качествами, как высокая удельная прочность при комнатной и повышенной до 600°C температурах и коррозионная стойкость во многих химически активных средах, титан и его сплавы в то же время удовлетворяют и основным критериям технологичности. Они пластичны, удовлетворительно обрабатываются резанием, достаточно хорошо свариваются. Кроме чисто природных качеств на технологичность титановых сплавов во многом влияет правильный выбор параметров обработки. Наиболее распространенным методом производства полуфабрикатов из титановых сплавов является объемное деформирование в горячем состоянии и, в частности, такие широко применяемые процессы, как штамповка и прессование.

Однако каждый из указанных методов имеет существенные недостатки. Например, при прессовании титановых сплавов со смазкой матрицы выходят из строя через каждые 10-15 прессовок. [1, М.З.Ерманок, Прессование титановых сплавов. М., Металлургия., 1979, с.120-135., 2, Л. А. Никольский, Горячая штамповка и прессование титановых сплавов., М., Машиностроение, 1975, 205 с.]

Основные недостатки процесса прессования связаны с наличием значительных по величине сил трения между деформируемым металлом и прессовым инструментом.

Известны способы упрочнения инструмента деформации, заключающиеся в том, что на предварительно подготовленную поверхность наносится износостойкое покрытие из нитрида титана, при этом образуется переходная зона между поверхностью инструмента и покрытием, величина которой влияет на сцепление покрытия с

материалом инструмента (3, П- 2062817, С23С 14/00, 14/26, опубл. 1996.06.27.).

Недостатком данного способа является то, что такой способ требует нагрева упрочняемого инструмента деформации, а с ростом температуры увеличивается толщина переходной зоны, что приводит к снижению прочности покрытия.

Известен инструмент с многослойным покрытием, содержащий инструментальную основу из твердого сплава и нанесение на нее трехслойного износостойкого ионно-плазменного покрытия, состоящего из верхнего слоя покрытия нитрида титана и нижнего слоя карбонитрида титана (4, пол. модель №23076, 7 С23С 14/32, опубл. 2002.05.20).

Наиболее близким к предлагаемому является инструмент с многослойным покрытием, содержащий инструментальную основу из твердого сплава и нанесенное на нее трехслойное износостойкое ионно-плазменное покрытие, состоящее из внешнего слоя покрытия нитрида титана TiN, нижнего слоя карбонитрида титана TiCN и дополнительно содержащий промежуточный слой, подвергнутый ионной бомбардировке.

В качестве материала промежуточного слоя выбран нитрид титана-алюминия TiAlN или нитрид титана-циркония TiZrN (5, 6, пол. модель №37721, 37722, 7 С23С 14/32, опубл. 2004.05.10). Основными недостатками таких покрытий является то, что упрочняющие покрытия, обладающие хорошей адгезией к инструментальному материалу, имеют относительно низкую твердость и уровень сжимающих напряжений, либо имеют высокую микротвердость, но недостаточную прочность сцепления с инструментальной основой. В результате этого покрытие легко подвергается абразивному износу, в нем быстро зарождаются и распространяются трещины, приводящие к разрушению покрытия, что снижает стойкость инструмента деформации.

Спецификой прессования профилей из сплавов на основе титана являются:

- температура нагрева слитка около 1000°C;
- высокие усилия прессования, обусловленные высоким пределом текучести материала (при  $t=1000^{\circ}\text{C}$   $\sigma > 200$  МПа, в то время, как сталь при  $t=1200^{\circ}\text{C}$  имеет  $\sigma < 100$  МПа;
- высокий коэффициент трения пары Ti - сталь инструмента;
- склонность Ti к адгезионному схватыванию с железом инструмента.

Наибольший интерес при этом представляют методы, с помощью которых достигается значительное упрочнение поверхностных слоев инструмента. Основным достоинством поверхностной обработки инструмента деформации является сочетание высокой твердости и прочности поверхностного слоя с вязкостью и высокой пластичностью основы изделия.

Значительный эффект поверхностного упрочнения достигается за счет повышения не только твердости, но и износо- и коррозионной стойкости рабочей поверхности инструмента деформации. Для реализации указанных достоинств в промышленных условиях представляют интерес методы упрочнения концентрированными потоками энергии, в том числе с использованием электрических разрядов.

Наиболее простым при этом является способ электроэрозионного легирования.

Электроэрозионное легирование особенно эффективно для повышения износостойкости инструмента деформации в условиях острейшего дефицита инструментальных сталей.

Технической задачей полезной модели является повышение работоспособности и стойкости инструмента деформации и качества обрабатываемого материала.

Поставленная задача достигается тем, что на инструмент деформации наносят жаропрочный слой на основе сплава ВЗК, а на него наносят упрочняющее покрытие в виде двух электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем для формирования первого слоя используют электрод из сплава, содержащего, масс. %: никель 50-60, хром 40-50, углерод 0,5-1,0, а для формирования второго слоя используют сплавы ВК6, кроме того электрод обдувается охладителем, в качестве охладителя используют сжатый воздух или нейтральный газ, при этом толщина первого слоя составляет 0,35-0,55 общей толщины электроэрозионного покрытия.

Полезная модель поясняется чертежом - фиг.1, на котором показан инструмент деформации с электроэрозионным покрытием (ЭИП).

Инструмент состоит из основного материала 1, изготовленного из инструментальной стали и нанесенных жаропрочного 2 и электроэрозионного покрытий, причем ЭИП выполнено в виде двух слоев 3 и 4, которые имеют разную твердость.

Для осуществления предлагаемого технического решения обрабатываемый инструмент деформации подвергают сначала наплавке жаропрочным сплавом с последующим нанесением 2-х слойного электроэрозионного покрытия известными способами. В зависимости от исходных физико-химических свойств обрабатываемой поверхности устанавливают режимы обработки и вид легирующего материала - электрода.

В процессе электроэрозионного легирования материал электрода переносится на обрабатываемую поверхность инструмента, образуя слой высокопрочного покрытия из легирующего материала.

Преимущество заявленного технического решения заключается в том, что качественный и количественный состав жаростойкого, теплопроводного материала, используемого в качестве первого слоя ЭИП обеспечивает образование неограниченного твердого раствора с материалом детали и жаропрочной наплавкой, а состав износостойкого второго слоя образует неограниченный твердый раствор с материалом первого слоя, что в первом и во втором случае обеспечивает хорошую сцепляемость.

Первый слой ЭИП, имеющий высокую жаростойкость до 1000°C и теплопроводность, соответствующую материалу детали и наваренному слою, обеспечивает изменение внутренних напряжения растяжения и напряжения сжатия, а также равномерность распределения толщины слоя покрытия.

Материал второго слоя ЭИП обеспечивает повышенную износостойкость, локализацию пор покрытия (улучшает сплошность покрытия) и способствует быстрому периоду приработки.

Заявляемые пределы параметров элементов, входящих в состав электрода для нанесения первого электроэрозионного слоя обосновывается следующим.

Установлено, что при нанесении ЭИП электродами с содержанием никеля менее 50%, хрома менее 40% и углерода менее 0,5% упрочняющее покрытие получается с недостаточной микротвердостью и с невысокой прочностью сцепления с основой материала инструмента. При содержании никеля более 60%, хрома более 50% и углерода более 1% у покрытия увеличивается микротвердость, но снижается сплошность слоя и прочность сцепления с инструментальной основой инструмента.

Опытно-экспериментальными проработками предлагаемого технического решения было установлено, что при реализации указанных параметров нанесения упрочняющего покрытия возникает эффект повышения качества покрытия.

Также установлено, что для достижения технического результата полезной модели толщину первого слоя ЭИЛ следует поддерживать в пределах 0,35-0,55 от общей толщины электроэрозионного покрытия. Нанесение первого слоя ЭИЛ с толщиной менее 0,35 и более 0,55 от общей толщины покрытия не обеспечивает хорошей сцепляемости слоя с материалом детали и не способствует быстрому периоду приработки и снижает износостойкость покрытия.

В момент соприкосновения электрода с деталью возникают большие токи короткого замыкания и электрод начинает греться, и, если не производить охлаждение, то электрод может раскалиться и будет происходить налипание капелек материала электрода на деталь. Кроме того происходит окисление нагретого

электрода за счет взаимодействия с кислородом воздуха, что приводит к быстрому износу электрода.

Для устранения этого недостатка предлагается производить охлаждение электрода охладителем. В качестве охладителя используют сжатый воздух или нейтральный газ, который подают к электроду через специальное сопло.

#### Пример

Матрица для прессования профиля из титанового сплава изготовлена из материала 5 ХНМ, имеет износ боковой поверхности до 2,5 мм. Восстановление размеров изношенной поверхности матрицы производили методом наплавки высококобальтового сплава из прутковых электродов ВЗК диаметром 8 мм. Затем поверхность отшлифовали до шероховатости Ra-4,0 мкм.

После чего на наплавленный слой нанесли 2-х слойное электроэрозионное покрытие. Сначала нанесли упрочняющий слой электродом на основе сплава содержащего, масс. %: никель 55, хром 44, углерод 1,0.

Процесс формирования первого слоя выполняли на толщину 0,50 общей толщины ЭИП.

Второй упрочняющий слой формировали на этой же электроискровой установке при том же расположении вибрирующего электрода. Для образования второго слоя использовали электрод из материала сплавов ВК6, обеспечивающий быстрый период приработки, закрытие пор, образованных в слое, повышенную температуру плавления и теплопроводность по сравнению с материалом матрицы.

При нанесении упрочняющих покрытий в зону контакта электрода с деталью через специальное сопло подавали сжатый воздух.

Используя микроскоп типа МПБ-2 с 24-х кратным увеличением установили, что вся поверхность имела равномерное электроэрозионное покрытие, между отдельными участками разрывов не наблюдалось.

Для экспериментальных проработок предлагаемого технического решения была изготовлена опытная партия из 25 матриц для прессования титановых сплавов.

Исследования режимов электроэрозионного покрытия инструмента деформации из инструментальных марок сталей с применением тугоплавких электродов типа ВК6, ВК8, ВК15, Ni-Cr, T15K6, Ст, сормайт и др., показали, что наилучший эффект упрочнения детали был достигнут при нанесении первого (нижнего) слоя покрытия из сплава содержащего, масс. %: никель 50-60, хром 40-50, углерод 0,5 1,0, а для формирования второго (верхнего) слоя использовали сплав ВК6. При этом толщина нижнего слоя составляла 0,35-0,55 от общей толщины электроэрозионного покрытия.

Технический результат - качество покрытия:

- толщина, мкм	- 220
- сплошность, %	- 98
- коэффициент трения	- 0,23

Проведенные опытные испытания упрочненного инструмента приведены в таблице.

Таблица №1			
Способ упрочнения	Легирующий материал	Время работы инструмента деформации (кол-во опрессовок)	Коэффициент износостойкости
2-х слойное электроэрозионное ионно-плазменное покрытие (по прототипу)	- ВК-6 - верхний слой, - никель 55, хром 44, углерод 1,0 - нижний слой - TiN - верхний слой, - TiAlN, TiZrN - промежуточный слой, - TiCN - нижний слой.	55 36	2,75 1,52
однослойное электроэрозионное покрытие	ВК6	42	2,2,1
контрольные без упрочнения	-	20	1,00

Как видно из приведенных в таблице №1 данных, коэффициент износостойкости инструмента, обработанного по предлагаемому техническому решению выше в 2,75 раза в сравнении с обычным термозакаленным инструментом и в 1,52 раза выше обработанных по способу-прототипу.

Предлагаемое техническое решение позволяет существенно повысить износостойкость и жаропрочность инструмента деформации, сократить расход дорогостоящих инструментальных материалов, что существенно повышает эффективность применения инструмента.

Таким образом заявляемое техническое решение полностью выполняет поставленную задачу.

Достоинством данного технического решения является:



- высокая прочность сцепления нанесенного материала электрода с инструментальной основой за счет взаимного диффузионного механического перемешивания;
- возможность локального нанесения покрытия без специальной защиты остальной поверхности;
- отсутствие изменений физико-механических свойств деталей;
- уменьшение адгезионного схватывания Ti с материалом инструмента деформации.

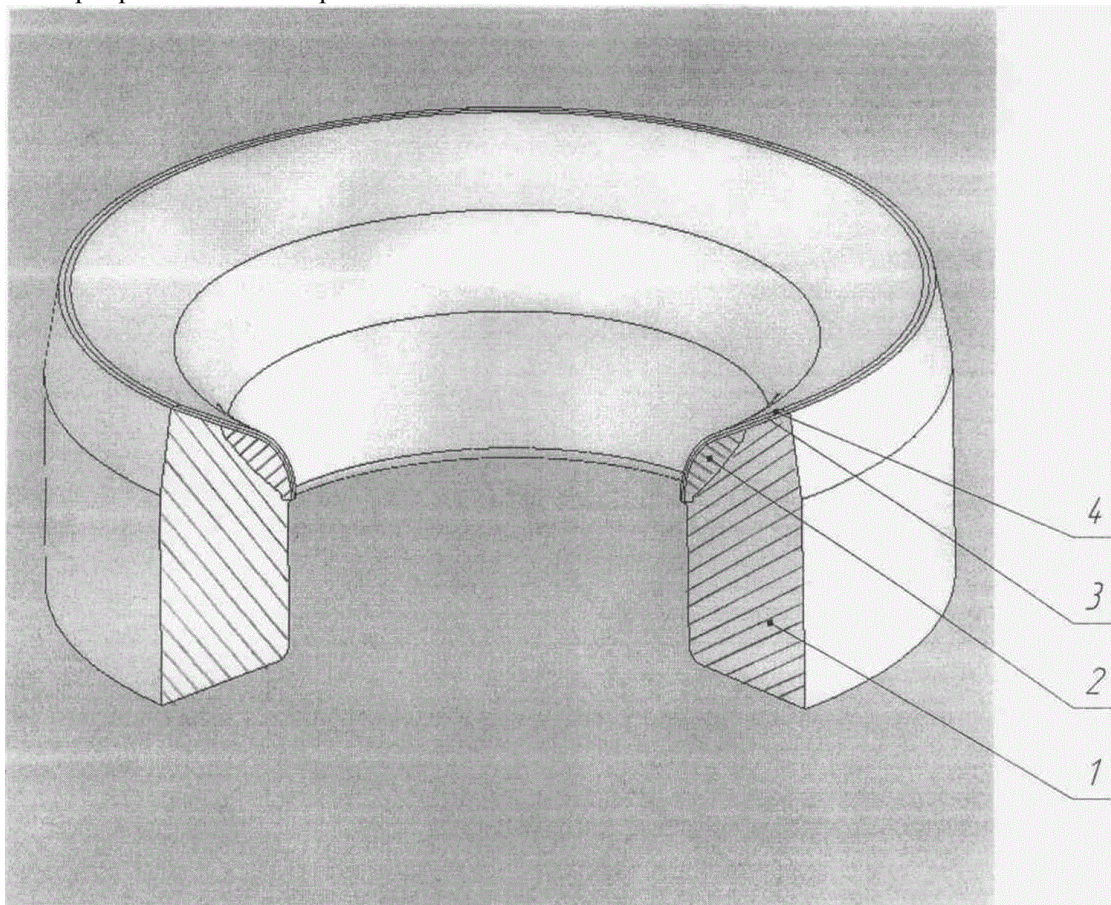
Проведенный анализ уровня техники, включающий поиск по патентам и научно-технической информации и выявление источников, содержащих сведения об аналогах заявляемого технического решения, позволил установить, что заявитель не обнаружил источников, характеризующихся признаками, тождественным всем существенным признакам заявляемой полезной модели.

Следовательно, заявляемая полезная модель соответствует критерию "новизна".

Заявляемая полезная модель может быть реализована промышленным способом в условиях серийного производства промышленным способом в условиях серийного производства с использованием известных технических средств, технологий и материалов и отвечает требованиям критерия "промышленная применимость".

#### Формула полезной модели

1. Инструмент деформации для прессования профилей из титановых сплавов, содержащий инструментальную основу из твердого сплава и нанесенное на него износостойкое покрытие из сплавов и металлов, отличающийся тем, что упрочняющее покрытие выполнено в виде жаропрочного слоя на основе сплава ВЗК и двух электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем для формирования первого электроэрозионного слоя используют электрод из сплава, содержащего, мас. %: никель 50-60, хром 40-50, углерод 0,5-1, а для формирования второго электроэрозионного слоя в качестве материала электрода используют сплав ВК6, кроме того, электрод обдувается охладителем.
2. Инструмент по п.1, отличающийся тем, что в качестве охладителя используют сжатый воздух или нейтральный газ.
3. Инструмент по п.1, отличающийся тем, что формирование первого слоя проводят до достижения толщины в пределах 0,35-0,55 общей толщины электроэрозионного покрытия.



## ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

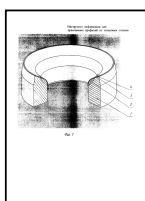
Реферат:



Описание:



Рисунки:



## ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **16.02.2009**

Дата публикации: [10.07.2011](#)